

第 1 章	总则.....	2
1.1	利用范围.....	2
1.2	编制参照原则、规范及文件.....	2
第 2 章	术语.....	4
2.1	控制测量.....	4
2.2	公路 GPS 控制测量.....	4
2.3	施工测量.....	4
2.4	地基.....	4
2.5	加固地基.....	4
2.6	天然地基.....	4
2.7	片石.....	4
2.8	路床.....	5
2.9	压实度.....	5
2.10	特殊土地基.....	5
2.11	水泥搅拌桩地基.....	5
2.12	堆载预压.....	5
第 3 章	基本要求.....	6
3.1	基本要求.....	6
3.2	质量管理.....	6
3.3	材料设备管理.....	7
3.4	施工过程质量控制.....	7

第4章	施工放线	8
4.1	导线点和路线控制点的复测	8
4.1.1	导线点的复测	8
4.1.2	路线控制桩的复测	8
4.2	路基施工测量	8
4.2.1	中线测量	8
4.2.2	高程测量与放样	10
4.2.3	竖曲线的测设	12
4.2.4	横断面放样测量	12
4.3	路面施工放样	14
4.3.1	路槽放样	14
4.3.2	路面放样	15
第5章	路基工程	16
5.1	软基处理	16
5.1.1	清淤换填施工工艺	16
5.1.2	排水板、堆载预压施工工艺	19
5.1.3	堆载预压施工措施	21
5.1.4	搅拌桩施工工艺	23
5.1.5	碎石桩施工工艺	27
5.2	路基施工	33
5.2.1	道路路基施工工艺流程	33

5.2.2	路基施工措施.....	33
第 6 章	路面工程.....	38
6.1	水泥砼路面施工工艺.....	38
6.1.1	施工工艺流程.....	38
6.1.2	主要施工措施.....	39
6.2	道路侧平石施工工艺.....	44
6.2.1	施工工艺流程.....	44
6.2.2	主要施工措施.....	44
第 7 章	人行道工程.....	47
7.1	人行道砖铺设施工工艺.....	47
7.1.1	施工工艺流程.....	47
7.1.2	主要施工措施.....	47

## 道路工程施工工艺原则

### 第1章 总则

#### 1.1 利用范围

本原则合用于各级市政道路工程新建和改建的施工,其他道路工程可参照执行。

## 1.2 编制参照原则、规范及文件

《公路桥涵施工技术规范》JTJ041-2023

《公路路基施工技术规范》JTJ033-95

《公路路面基层施工技术规范》JTJ034-2023

《公路土工试验规程》JTJ051-93

《公路工程水泥混凝土试验规范》JTJ053-94

《公路工程石料试验规范》JTJ054-94

《公路工程质量检验评估原则》JTJ071-98

《公路工程施工安全技术规范》JTJ076-95

《市政道路工程质量检验评估原则》CJJ1-90

《建筑地基技术规范》JGJ79-2023

道路工程施工图纸

其他有关规范、规程及要求

## 第2章 术语

### 2.1 控制测量

为建立测量控制网而进行的测量工作。涉及平面控制测量、高程控制测量和三维控制测量。

### 2.2 公路 GPS 控制测量

利用全球定位系统（GPS）测量公路各控制点坐标的测量。

### 2.3 施工测量

工程动工前及施工中，根据设计图纸在现场恢复道路中线、定出构造物位置等测量工作。

### 2.4 地基

直接承受构造物荷载影响的地层。

### 2.5 加固地基

用换土、扎实、有机或无机结合料等措施加固处理的地基。

### 2.6 天然地基

未经加固处理或扰动的地基。

## 2.7 片石

符合工程要求的岩石，经过开采选择所得的形状不规则的、边长一般不不大于 15cm 的石块。

## 2.8 路床

路面的基础，承受由路面传来的荷载。详细指的是路面构造层底面如下 80cm 范围内的路基部分。路床在构造上分为上路床 0~30cm 和下路床 30cm~80cm。

## 2.9 压实度

用来衡量路基填土压实程度的指标。

## 2.10 特殊土地基

大部分带有地域特点，它涉及软土、湿陷性黄土、膨胀土、红粘土和冻土等。

## 2.11 水泥搅拌桩地基

利用水泥作为固化剂，经过搅拌机械将其与地基土强制搅拌，硬化后构成地基。

## 2.12 堆载预压

在建筑物建造之前进行加载预压，使地基的固结沉降基本完毕并提升地基土强度的措施。堆载预压根据土质情况分为单级加荷、多级加荷和超载预压。

## 第3章 基本要求

### 3.1 基本要求

(1)、路基是道路工程的主要构成部分，应具有足够的稳定性和耐久性，应能承受行车的反复荷载和抗御多种自然原因的影响，路基工程必须精心施工，确保施工质量。

(2)、路基施工应推行机械化施工，在条件极其困难的三四级公路，方可采用人工施工，但路基压实，必须采用碾压机械。

(3)、道路施工应按照设计要求施工，同步在符合工艺要求和质量原则的条件下主动采用经过鉴定的新材料、新技术、新机械和新的检验措施。

(4)、道路施工必须落实安全生产的方针，制定技术安全措施，加强安全教育，严格执行安全操作规程，确保安全生产。

(5)、路基施工必须按同意的设计文件进行，如需要变更设计或变化原定施工方案，或采用特殊施工措施时，应按施工管理程序，报请业主或监理工程师审批。

### 3.2 质量管理

(1)、以施工组织设计为指导，组织各施工班组按质按量完毕施工任务。

(2)、根据工程项目特点，对各施工班组进行详细的质量技术交底，并制定相应的质量管理措施及各专业质量技术措施。

(3)、

按制度进行月、季度质量施工检验，并进行评估。对出现的质量事故或隐患及时处理、分析并向上级报告。

(4)、监督施工班组在施工过程中严格按图纸、技术规范和操作规程要求进行施工，严把质量关卡。

(5)、检验、复核测量基线、基点及水准点，确保施工点精确无误。

### **3.3 材料设备管理**

(1)、根据施工计划要求，配置好多种类型的机械设备，及时调度组织施工所需的机械设备进场

(2)、定时进行机械设备的检验工作，督促维修人员及时进行机械设备的维修保养工作，确保施工机械的正常运转。

(3)、根据施工计划要求，编制物资供给计划，分阶段及时组织材料进场。

(4)、执行进货验收制度，按要求对材料进行检验和试验，提供合格的材料。

(5)、对全部已进场的材料做好各类标识和可追溯性控制。

### **3.4 施工过程质量控制**

(1)、项目工程质量监检部门负责选定工程质量统计表格和工程“质量控制一览表”，经业主或监理方可后下发至各分项施工分队或班组。

(2)、班组或施工人员在施工技术人员的指导下进行自检和互检，按质量要求和有关规程、规范进行检验、标识和统计。

(3)、对各分部、分项工程的质量要足够注重，尤其是隐蔽验收，先是各班组进行自检，然后是项目经理部组织人员进行验收，经自检合格后，才可告知监



理企业的有关人员进行验收。未进行隐蔽验收的，不得进行下一道工序的施工。

(4)、加强技术管理，仔细贯彻各项技术管理制度，落实各项人员岗位责任制。工地项目管理人员、技术人员、施工人员必须熟悉施工图纸，动工前要作好各项各工种、班组的质量技术交底工作。

(5)、施工过程中仔细进行质量检验和评估，作好多种交工资料的档案管理工作。对原材料严格进行检验，电焊条、钢材、水泥等必须要有质量证明书，并按要求进行检验，只有检验合格的产品才可使用。

## 第4章 施工放线

### 4.1 导线点和路线控制点的复测

#### 4.1.1 导线点的复测

导线点的复测主要是检验其坐标和高程是否正确。检测的措施为：

第一步：根据已知导线点的坐标反算转角（左角）和导线边长；

第二步：实地观察各转角及导线边长。角度观察可按一种测回平均值，边长测量可按连续观察 3~4 次的平均值；

第三步：水准点高程的检测。按水准测量的措施进行检测，高速公路和一级公路的水准点闭合差按四等水准控制，二级如下公路水准点闭合差按五等水准控制。

#### 4.1.2 路线控制桩的复测

路线控制桩的复测主要是检验路线平面位置是否正确。检测的措施可根据放样原始资料进行，满足精度要求，则觉得该控制桩位置是精确的。

### 4.2 路基施工测量

路基施工测量涉及中线测量、高程测量和横断面测量。伴随路基的开挖与填筑，施工测量要反复进行。一般情况下，每挖填 1 米左右，便要重新进行路基施工放样。

### 4.2.1 中线测量

中线测量就是根据路线控制桩或在公路两旁布设的导线控制点将公路中线恢复过来。

中线放样最主要的一步工作是放样计算。这一步工作能够用具有编程功能的计算器先编制计算程序，到现场计算放样数据，又能够利用计算机的 EXCEL 进行编制计算，并输出计算成果用于现场放样。

测量的措施主要有：

(1)、极坐标法 利用中线点与导线点之间的极坐标关系放样中线点，如 P 点为道路中线点，坐标为 (XP, YP)，A、B 为导线点，坐标分别为 (XA, YA)、(XB, YB)，P 点与 A 点的极坐标关系用 A 点到 P 点的距离 SAP、坐标方位 aAP 体现，则：

$$SAP = \left( (XP - XA)^2 + (YP - YA)^2 \right)^{0.5}$$

$$aAP = \text{TAN}^{-1} \left( (YP - YA) / (XP - XA) \right)$$

操作环节：

第一：在 A 点设站，仪器整平对中；

第二：照准 B 点，配置水平角到 aAB；

第三：旋转仪器到 aAP，测距 SAP 得 P 点。

此措施合用于用经纬仪带测距仪施测。

(2)、直角坐标法 利用中线点与导线点之间的直角坐标关系放样中线点。

操作环节：

第一：在 A 点设站，仪器整平对中，输入 A 点坐标；

第二：照准 B 点，输入 B 点坐标，并确认完毕设站；

第三：在放样界面上输入待放点的点号和直角坐标；

第四：将仪器旋转到水平角为 0 的方向，指挥棱镜手移动棱镜，对准后测量距离，再指挥棱镜手移动棱镜到精确的位置，可能要反复移动棱镜才干放准一种点。

此措施合用于用全站仪施测。

为提升放样精度，预防发生错误，在操作中应注意如下事项：

a、放样前应对导线点进行检验，一方面检验导线点的位置是否正确，另一方面检验导线点坐标资料是否正确。将实测的导线点间距离和角度与计算值比较

b、仪器对中整平要细致、仔细，整平误差以长水准管水泡偏离不超出 1 格为限差；

c、后视点和放样点立棱镜要平、稳、正，尽量使用三角架立棱镜；

d、距离测量应加气象等改正，计算值应加高斯投影改正，要确保实测值与计算值之差在正负 5 毫米以内；

e、每一测站结束时，应检验后视方向归零差，归零差不得超出正负 12 秒；

f、每一测站开始，应对上一测站所放的点进行检验，误差应满足横向偏差不不不不不大于正负 3 厘米的要求。

#### 4.2.2 高程测量与放样

高程测量和放样是设计标高控制相辅相成的两个方面。经过高程测量，我们能够懂得目前施工点的标高，与设计标高还相差多少；经过高程放样，则严密控制了施工点的施工标高。在路基施工过程中，测量和放样交替使用。也就是说，高程测量指导施工过程，高程放样控制施工目的。

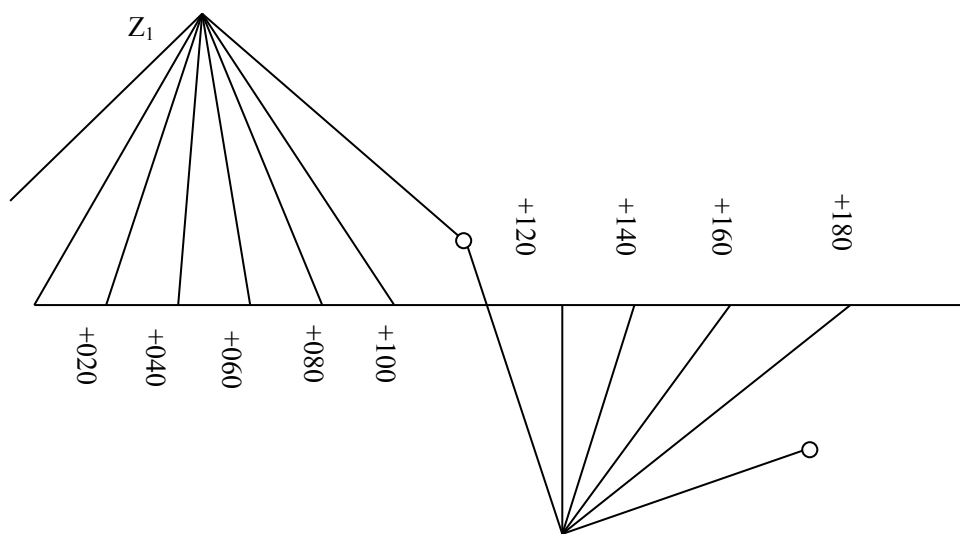
高程测量放样的根据就是沿线布设的水准点，这些水准点在使用前要复核。为便于施工和控制精度，往往需要增长某些水准点，例如在人工构造物附近、高填深挖地段、工程量集中及地形复杂地段；伴随路基的不断填筑与开挖，还需要调整水准点的位置，例如当路基接近或达成设计高度，桥涵构筑物的墩台基本落成时，可在这些桥涵构筑物的墩台上设置水准点，更有利于路基（其是路面和构筑物）的施工放样。这些增设的水准点必须采用附合或闭合水准（或三角高程）路测量，精度要符合要求。

### (1)、测点高程测量

测量的措施为：如下图所示，水准仪安顿在测站 Z1，并将观察成果分别记入表-1 的“后视”、“前视”栏内。然后观察前后中间和各点高程（例如各中桩点的高程）。观察时，将后视水准点 BM1 上的准尺依次立于 0K+000、+020、+040.....+100 等各中桩点上，将每一中桩点上的尺读数记入表 1 的“中视点”一栏中。将水准仪搬至测站 Z2 再观察各中桩点。观察时，后视点 ZD1 上的水准尺依次立于+120、+140、+180 等各中桩点上，按上述措施继续向前测量，直至闭合于水准点 BM2。

因为水准测量是从一种水准点测至另一种水准点进行附（闭）合，故只做单程观察即可。在观察转点时，按基平测量的要求，读数应读至 mm；观察某一点

高程时，精度要求可低某些，读数可读至 cm。





BM<sub>1</sub> ○  
0K+000

ZD<sub>1</sub>

ZD<sub>2</sub>

Z<sub>2</sub>

测点（中平）高程测量计算格式

表 -1

测点	水准尺读数			高差		仪器高	高程	备注
	后视	测点或中视	前视	+	-			
BM1	2.191					14.505	12.314	
0K+000		1.62		0.571			12.88	
+020		1.90		0.291			12.60	
+040		0.62		1.571			13.88	
+060		2.02		0.171			12.48	
+080		0.91		1.281			13.60	
0K+100		0.50		1.691			14.00	
ZD1	3.162		1.006	1.185		16.661	13.499	
+120		0.52		2.642			16.14	
+140		0.83		2.332			15.83	
+160		1.20		1.962			15.46	
+180		1.01		2.152			15.65	
ZD2	2.412		1.521	1.641		17.552	15.14	

.....		.....	.....	.....	.....	.....	.....	
1K+240		2.32					23.06	
BM2			0.606				24.782	

测点高程测量的程序，是由一种水准点开始，测至下一种水准点的单程水准测量。所以，对于转点来说，水准点间测量附（付）合差不得不不不不大于±40L<sup>0.5</sup>（L为附（闭）合水准路线长度），满足要求后，可不做误差调整，继续往前测量；对测点高程，在检验成果和施工复测时，允许误差一般不要超出±5cm。

复核： $fh = 24.782 - 24.824$ （BM2 已知高程） $= -42\text{mm}$

$fh \text{容} = \pm 40 * 1.24^{0.5} = \pm 45\text{mm}$

测点高程测量的注意事项:

a、前后视转点视线应尺量相等，以消除地球曲率、视准轴与水准管轴不平行等原因造成的误差。另外，视线不要过长，也不要过短，最佳在 50-150m 之间。

b、在读取水准尺读数时，要牢记使仪器的水准气泡居中；不要将十字丝的上、下丝误看中丝。统计要清楚，切勿将前、中、后视的读数填颠倒；计算高差和高程时，要搞清楚高程的传递关系。

c、选择有利观察时间（一般觉得日出后工或日落前两小时为最佳的观察时间），另外视线距地面高度应尽量不不不不大于±0.3m，以降低折光影响。

(2)、放样已知点高程

所谓放样已知点的高程，就是在地面上钉出的桩具有已知的高程。其放样措施是根据视线高和要放点的高程推算出理论读数进行放样。

### 4.2.3 竖曲线的测设

竖曲线起、终点的测设措施与圆曲线相同，而竖曲线上辅点的测设，实质上是曲线范围内的里程桩上测出竖曲线的高程。所以实际施工中，测设竖曲线多与测设路面高程一起进行，测设时只需把已算出的各点坡道高程再加上（凹形竖曲线）或减去（凸形竖曲线）相应点上的标高改正值即可。

### 4.2.4 横断面放样测量

横断面放样测量涉及左边桩放样和右边坡放样。

#### 4.2.4.1 路基边桩放样

路基施工之前，在地面上把路基轮廓体现出来，也就是把路基两旁的边坡与原地面相交的坡脚点（或坡顶点）找出来，钉上边桩，拟定路基施工范围，以便正确施工。边桩的位置与路基的填挖高度、边坡率和地形有关，常用的路基边桩放样措施有：

##### (1)、利用路基横断面图放样边桩（图解法）

根据已带好的帽子的横断面设计图（一般横断面百分比尺为 1：200）或路基设计表，从图上量出（或从表中查取）坡脚点（或坡顶点）离中桩的距离，然后用钢尺或尺沿横断面方向实地丈量以拟定边桩的位置。丈量时尺子要拉平，如横坡较大时，需分段丈量，在量得的点上钉上坡脚桩（或坡顶桩），再用石灰标出坡脚（或坡顶）的界线。施工过程中如有破坏，应及时补上，以满足施工的要

求。

#### (2)、根据路基中心真挖高度放样边桩（解析法）

当横断面设计图或路基设计表与实地有所出入，或沿线地形发生了变化，可根据实际的路基中心填挖高度放样边桩。

#### 4.2.4.2 边桩放样的注意事项

(1)、在计算测设边桩距离时，要注意路基设计的尺寸和要求。如路基是否有加宽；对挖方地段，要注意边沟的设计尺寸及是否有护坡平台，以便边桩放样时加以考虑。

(2)、在地形复杂路段，最佳用仪器进行边桩放样；在曲线段，更应注意使横断面方向与路中线的切线方向垂直。

(3)、放完一段边桩后，要进行复核。地面平坦或地面横坡一致时，边桩连线（石灰线）应为一直线或圆缓的曲线，如有个别边桩凸出来或凹进去，就是阐明有问题。

(4)、在施工中，应注意保护边桩。一般都在边桩位置插上一根高杆或小旗，并在杆上标识填高位置。在杆外侧一定距离处（一般 1—2m）再钉一保护桩，在保护桩上注明里程桩号和填挖高度。有了这保护桩，可随时恢复丢失的边桩，以利机械化施工。

#### 4.2.4.3 机械化施工路基横断面的掌握

##### (1)、路堤边坡与填高的掌握措施

a、

机械填土时,应按铺土厚度及边坡坡度保持每层间正确的向内收缩一的距离,且不可按自然的堆坡度往上填土,这么会造成填而挥霍土方。

b、每填高 1m 左右或填至距路肩 1m 时,要重新恢复中线、测高程、放铺筑面边桩,用石灰显示铺筑面边线位置,并将标杆移至铺筑面边上。

c、距路肩 1m 如下的边坡,常按设计宽度每侧多填 0.25m 掌握;距路肩 1m 以内的边坡,则按稍陡于设计坡度掌握,使路基面有足够的宽度,以便整修边坡时铲除超宽的松土层后,能确保路肩部分的压实度。

d、填至路肩标高时,应将大部分地段(填高 4m 如下的路堤)设计标高进行实地检测;填高不不不不大于 4m 地段,就按土质和填高不同考虑预留沉落量,使粗平后的路基面无缺土现象。最终测设中线桩及路肩桩,抄平后计算整修工作量。

## (2)、路堑边坡及挖深的掌握措施

路堑机械开挖过程中,一般都需人工配协议步进行整修边坡工作。

a、机械挖土时,应按每层挖土厚度及边坡坡度保持层与层之间的向内回收的宽度,预防挖伤边坡或留土过多。

b、每挖深 1m 左右,应测设边坡、复核路基宽度,并将标杆下移至挖掘面的正确边线上。每挖 3—4m 或距路基面 20—30cm 时,应复测中线、高程、放样路基面宽度。

## 4.3 路面施工放样

为了确保精度、便于测量，一般在路面施工之前，将线路两侧的导线点和水准点引到路基上，一般设置在桥梁、通道的桥台上或涵洞的压顶石上，不易被破坏。引测的导线点水准点，要进行附和或闭合，精度应满足一、二级导线和五等水准的要求。

#### 4.3.1 路槽放样

在粗平的路基顶面上恢复中线、每隔 10m 加密中桩，再沿各中桩的横断面方向两侧量出路槽宽度的二分之一  $C/2$  得到路槽边桩、量出  $B/2$  得路肩边桩（注意：曲线路段设置加宽时，要在加宽的一侧增长加宽值  $W$ ），然后用放样已知点高程的措施使中桩、路槽边桩、路肩边桩的桩顶高程等于将来要铺筑的路面标高（要考虑路面和路肩横坡以及超高）。

#### 4.3.2 路面放样

路面各构造层的放样措施依然是先恢复中线，由中线控制边线，再放样高程控制各构造层的标高。除面层外，各构造层横坡按直线形式放样。要注意的是路面的加宽与超高。

##### (1)、路面边桩放样

路面边桩放样能够先放出中线，再根据中线的位置和横断面用钢尺（或皮尺）丈量来放出边桩。

##### (2)、路拱放样

对水泥路面或中间有分隔带的沥青路面，其路拱（面层顶面横坡）按直线形式放样；对中间没有分隔带的沥青路面，其路拱（面层顶面横坡）一般按设计图

给出的参数或计算公式进行计算放样。



## 第5章 路基工程

### 5.1 软基处理

软基处理的目的是处理路堤的强度、稳定以及控制沉降问题。为提升软弱地基的承载能力，需采用一定的人工措施来改善地基的变形性质或渗透性质。目前比较成熟的措施有清淤换填法、堆载预压法、搅拌桩和碎石桩等措施。

#### 5.1.1 清淤换填施工工艺

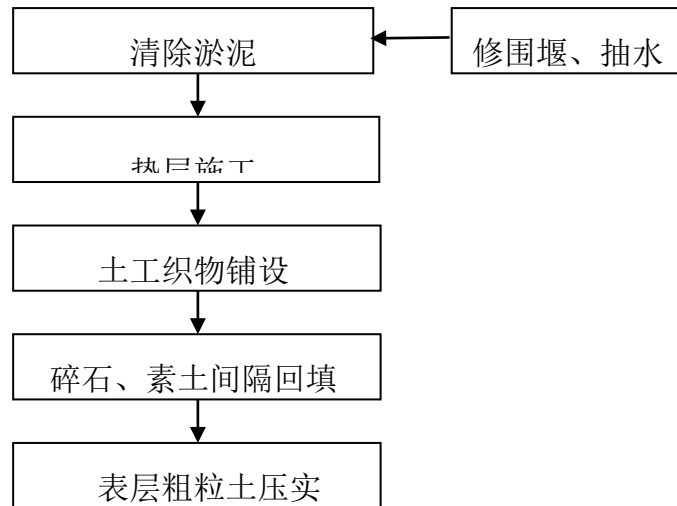
清淤换填法是指挖去地表浅层软弱土层或不均匀土层，回填坚硬、较粗粒径的材料，并夯压密实，形成垫层的地基处理措施，该法适应于浅层软弱地基及不均匀地基的处理。

##### 5.1.1.1 总体要求

换填材料可采用中砂、粗砂、砾砂、圆砾、角砾、石屑、卵石、碎石、矿渣、粉质粘土、粉煤灰和灰土等，换填材料的粒径、级配等参数需满足设计或有关规范要求。一般情况下，换填垫层的厚度不宜不不不不不大于 0.5m，也不宜不不不不不大于 3m。垫层顶面宽度可从垫层底面两侧向上，按基坑开挖期间保持边坡稳定的本地经验放坡或设计要求拟定，垫层顶面每边超出基础底边不宜不不不不不大于 300mm。

### **5.1.1.2 施工工艺流程**

清淤换填法施工工艺流程见下图所示：



换填法施工工艺流程图

### 5.1.1.3 清淤换填施工措施

在清淤的过程中，如施工区段处于常年地表积水或池塘地段，应考虑先修筑砂包围堰，抽水，然后再挖除地面淤泥，砂包围堰按 1: 1 放坡堆砌，中间用优质粘土回填，并至少高出最高水位 30cm，不得有渗漏水现象，同步要确保它在整个施工期间一直处于完好状态。

需根据设计图纸，在沿线软基路段淤泥清除完毕后，进行垫层的施工。垫层应根据不同的换填材料选择施工机械。粉质粘土、灰土宜采用平碾、振动碾或羊足碾，砂石等宜采用振动碾。粉煤灰宜采用平碾、振动碾、平板振动器、蛙式夯。

根据垫层材料的不同和设计图纸的要求选用合适的碾压措施后，将符合要求的垫层材料经拌和均匀后摊铺在清理好的基底上。垫层材料应分层摊铺，逐层压实，分层铺填厚度、每层压实遍数等宜经过试验拟定，一般情况下，垫层的分层铺填厚度可取 200~300mm。

碾压法施工时，根据压实机械的压实能量控制碾压土的最佳含水量，选择合适的碾压分层厚度和碾压的遍数。粉质粘土和灰土垫层土料的施工含水量宜控制在最优含水量  $\omega_{op} \pm 2\%$  的范围内，粉煤灰垫层的施工含水量宜控制在  $\omega_{op} \pm 4\%$  的范围内，最优含水量可经过击实试验拟定，也可经过本地经验取用。如填料含水量范围偏低，则可预先洒水润湿并待渗透均匀后回填；如含水量偏高，则可采用翻松、晾晒等措施，待含水量合格后回填碾压。

当垫层底部存在古井、古墓、洞穴、旧基础、暗塘等软硬不均的部位时，应根据路基对不均匀沉降的要求予以处理，经检验合格后方可铺填垫层。碾压后的垫层压实度应根据试验测定，一般取决于土的性质、施工机械和施工质量。在一般情况下可根据下表选用：

**多种垫层的压实原则**

施工措施	换填材料类别	压实系数 $\lambda_c$
碾压、振密 或扎实	碎石、卵石	0.94~0.97
	砂夹石（其中碎石、卵石占全重的 30%~50%）	
	土夹石（其中碎石、卵石占全重的 30%~50%）	
	中砂、粗砂、砾砂、角砾、圆砾、石屑	
	粉质粘土	0.95
	灰土	0.90~0.95

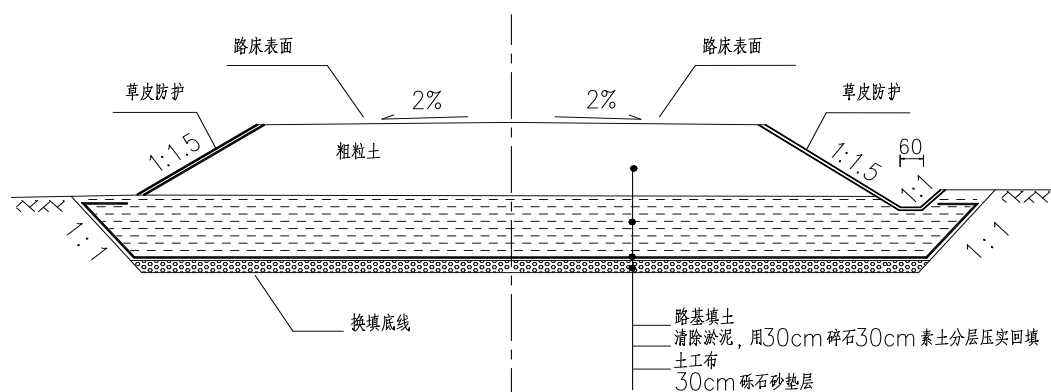
为确保分层压实质量及有效压实深度，控制机械碾压速度，不同碾压机械速度控制在下述范围内：平碾为 12Km/h；振动碾为 2 Km/h；振动压实机为 0.5 Km/h。

路槽开挖时应预防坑底土层受到扰动，可保存 200mm

左右厚的土层暂不挖除，待铺填垫层前再挖至设计标高。禁止扰动垫层下的软弱土层，预防其被践踏或受水浸泡。在碎石或卵石垫层底部宜设置一定厚度的砂垫层或铺一层土工织物，以预防软弱土层表面的局部破坏，同步必须预防基坑边坡塌土混入垫层。

换填垫层施工时要注意基槽排水，除采用水撼法施工砂垫层外，不得在浸水条件下施工，必要时应采用降低地下水位的措施。

垫层底面宜设置在同一标高上，如深度不同，基坑底土面应挖成阶梯或斜坡搭接，并按先深后浅的顺序进行垫层施工，搭接处应夯压密实。铺设土工合成材料时，下铺地基土层顶面应平整，预防土工合成材料被穿刺、顶破。铺设时应把土工合成材料张拉平直、绷紧，禁止有折皱；端头应固定或回折锚固，禁止暴晒或裸露，连接应用搭接法、缝接法和胶接法，并均应确保主要受力方向的连接强度不低于所采用材料的抗拉强度。换填法施工见下图所示：



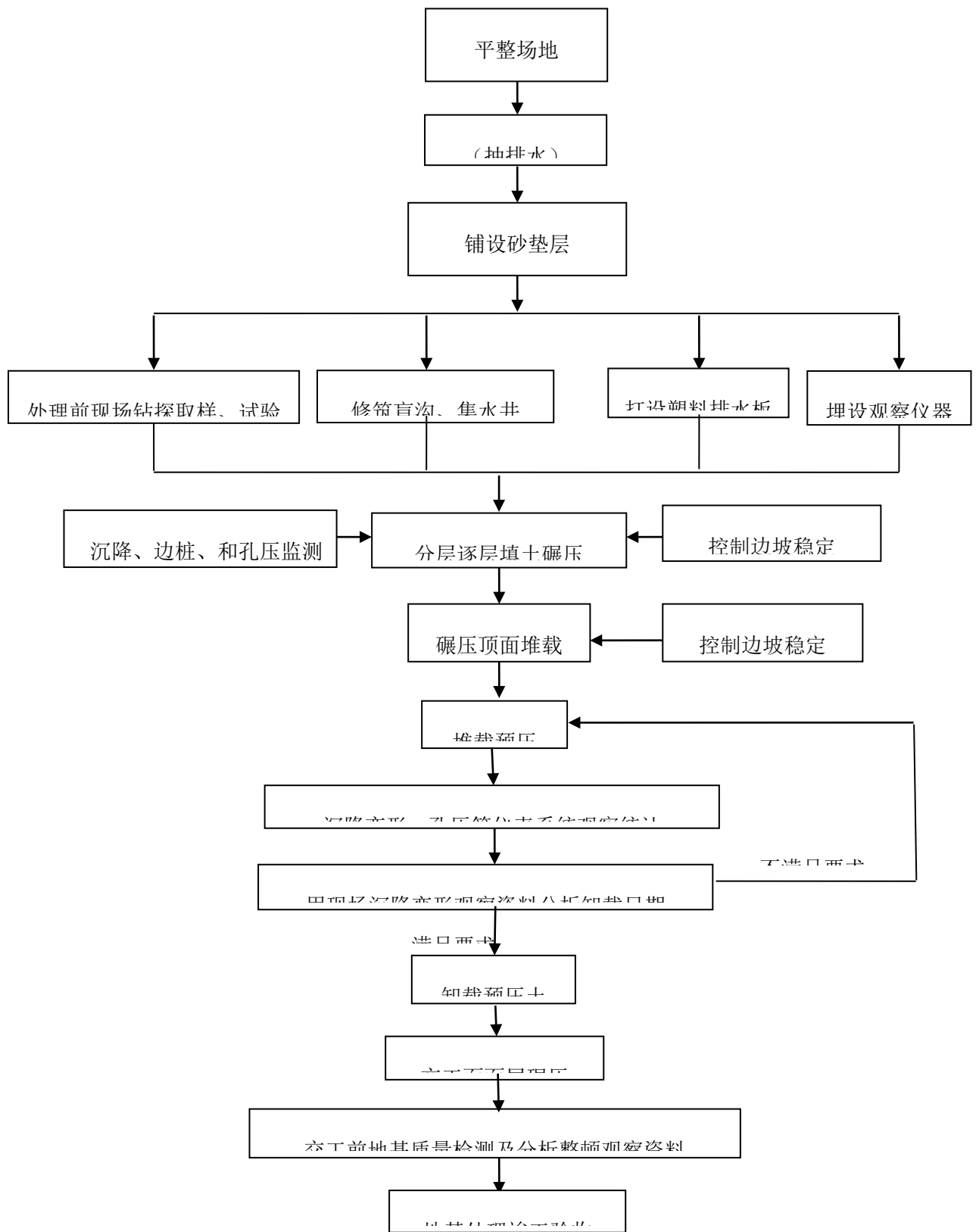
**换填法施工示意图**

### 5.1.2 排水板、堆载预压施工工艺

堆载预压法是对地基表面进行堆载，使地基土固结的地基处理措施。该措施合用于处理淤泥、淤泥质土和冲填土等饱和粘性土地基。该措施先在地基上铺设砂垫层作为水平排水体，然后在软土层内设置竖向排水体（塑料排水板）。然后在场地表面堆填一定厚度的土层，以此作为荷载进行加载预压。填土采用分层、分级方式进行，分级加载，使土体中的孔隙水排出，土体强度从而得到逐渐提升。

#### **5.1.2.1 1.2.1 总体工艺流程**

堆载预压总体工艺流程见下图所示：



堆载预压法施工流程图

### 5.1.3 堆载预压施工措施

#### 5.1.3.1 水平排水砂垫层施工

(1)、对于大面积施工，应按一定范围进行分区，然后用全站仪测施砂垫层各区控制点，在控制点打下木桩作为标志，在各区按 1 个/400m<sup>2</sup> 的密度插上小竹竿，使用水准仪测量并用红漆在木桩和小竹竿上标出砂垫层的标高。

(2)、水平排水砂垫层采用中粗砂，粘粒含量应控制在 3%以内，砂料进入施工现场时，应预防成堆堆放，落地后即按顶标高整平。

#### 5.1.3.2 排水盲沟、涵管及集水井施工

(1)、根据设计图纸在水平排水砂垫层面上施工放出盲沟的位置。

(2)、钩机开挖盲沟基础至设计底标高后，即摊铺底层土工布，并按设计图纸预留足够包住盲沟上半部的长度。

(3)、碎石按设计断面尺寸人工铺砌盲沟至设计标高后，用预留出来的土工布将碎石盲沟包紧包严。

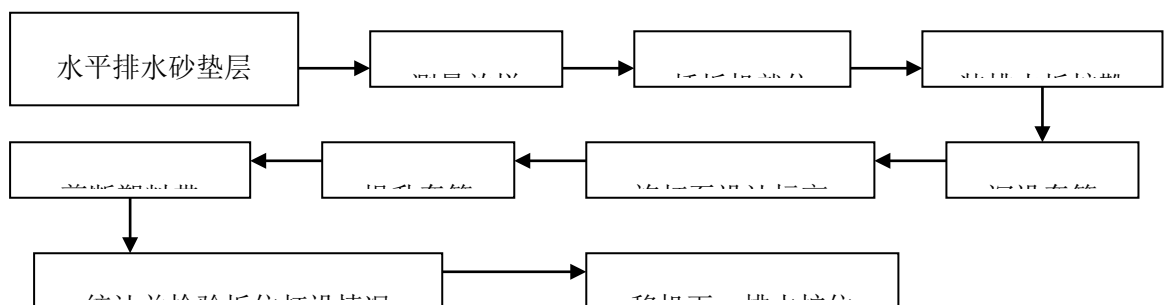
(4)、用人工从沟边铲砂回填盲沟。

(5)、排水涵管统一外购，运送至施工现场经检验后安装就位。

(6)、按设计要求在纵向盲沟每隔一定距离设置集水井，用潜水泵抽排水。

#### 5.1.3.3 塑料排水板施工

(1)、工艺流程





## 塑料排水板施工工艺流程

### (2)、施工措施

a、使用履带插板机进行施工时，插板桩机上配置圆形钢套管，套管前端设置活瓣桩尖。打入时，活瓣桩尖夹住塑料排水板，并把套管前端关闭。套管上拔时，前端打开并把塑料排水板留在所定标高。

b、根据布设的测量基点，用经纬仪和钢尺按设计间距测放出塑料排水板打设板位（误差控制在+50mm），插板插穿所要处理的软土层并进入砂层或粘土层至少 500mm 以上，上端高出排水砂垫层 20cm。边角处排水板可根据实际情况报监理作合适调整，并用竹签插入砂垫层标识，根据板位标识进行插板机定位。

c、将塑料带从套管上端入口处穿入套管至桩头，并与管靴连接好，与管套扣紧，预防套管进泥。对准板位，开机将套管沉至设计深度，上拔套管至地面，剪断板带，即完毕一根塑料排水板的施工工作。

d、在塑料排水板进场前需检验其厂家产品合格证和质量检测报告，并按同批次产品每 20 万米见证抽样一组送质检单位进行质量检验，待检验合格并报监理工程师审批同意后，方可使用。

e、施工塑料排水板过程中，打设机定位时，管靴与板位标识的偏差需控制在+50mm 范围内。

f、打设过程中应随时注意控制套管垂直度，其偏差应不不不不不大于+1.5%。

g、

要求严格控制塑料排水板的打设标高，不得出现线向偏差；当发觉地质情况变化，无法按设计要求打设时，应与现场监理工程师联络，征得同意后方可变更打设标高。

h、打设塑料排水板时，禁止出现扭结、断裂和撕破滤膜等现象。打设时回带长度不得超出 500mm，且回带的根数不超出打设根数的 5%。

i、应检验每根板的施工情况，当符合验收标按时方可移机打设下一条，不然在邻近板住处补打。

j、打设过程中，应逐板进行自检，并要作好施工统计。

k、打入地基的塑料排水板宜为整板，长度不足需按长时采用滤水膜内平搭接法，搭接长度不不不不不不大于 20cm。

l、一种区段塑料排水板验收合格后，应及时用砂垫层仔细填满打设板周围形成的孔洞，并将塑料排水板埋置于垫层内。

#### **5.1.3.4 土层堆填**

##### **(1)、土方的填筑**

a、填筑前检验填土的质量，填土尽量选用透水性很好的土，以确保堆土的稳定性。

b、填筑时采用水平分级分层卸料、摊铺，分层厚度根据设计要求进行。并按照分区全宽提成水平层次，逐层向上填筑。

##### **(2)、分层碾压**

根据设计要求的分层厚度进行碾压，密实度达成设计要求。

##### **(3)、加载控制原则**

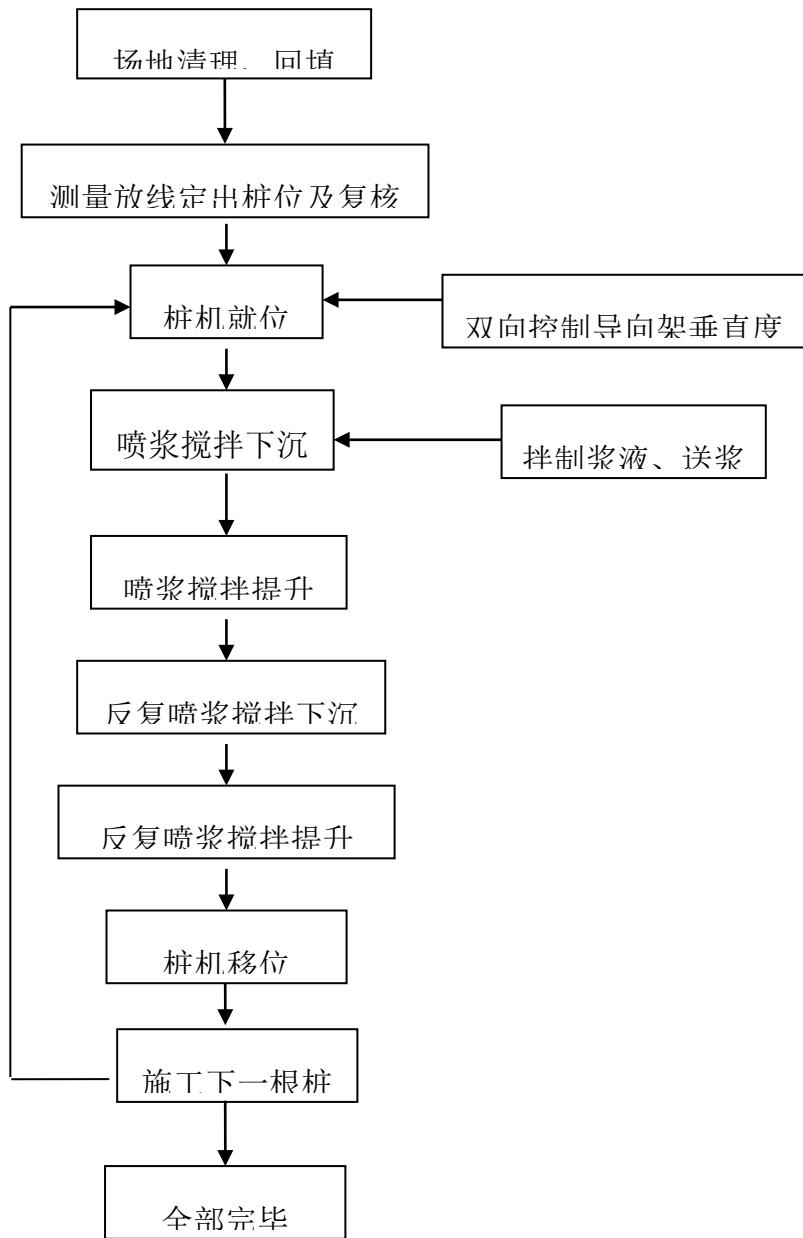
施工时经过对监测点进行水平位移和垂直位移监测，控制加载速率，控制原则为：边桩水平位移每昼夜少于 5mm。

#### **5.1.4 搅拌桩施工工艺**

软土与水泥采用机械搅拌加固的基本原理是基于水泥加固土的物理化学反应过程。深层搅拌法利用水泥作为固化剂，经过特殊的深层搅拌机在地基深处就将软土与水泥浆强制拌和后，首先发生水泥分解，水化反应生成水化物，然后水化物胶结与颗粒离子互换，团粒化作用，以及硬凝反应，形成具有一定强度和稳定性的水泥加固土，从而提升地基承载力及变化地基土物理力学性能，达成加固软土地基效果。

##### **5.1.4.1 搅拌桩施工工艺流程**

搅拌桩施工视设计要求可采用不同的搅拌遍数，采用“四喷四搅”措施时，其施工工艺流程见下图所示：



搅拌桩施工工艺流程图

#### 5.1.4.2 搅拌桩施工措施

(1)、清理场地、回填

施工前，按照技术规范的要求进行场地清理。清理后的场地应整平，填写报验单，经监理工程师验收合格后，方可进行下道工序的施工。假如因为施工现场土质差，则可回填土方或砂石，以满足搅拌桩机施工要求，回填采用挖掘机和推土机相结合的施工措施，分层回填，分层平整压实，确保密实度。

## (2)、施工测量

### a、施工测量措施

以业主提交的测量控制基准点为基础，建立闭合导线控制网，闭合导线控制网建立在场地四面；根据施工控制网，按照设计图纸测设桩位。

### b、动工前测量准备工作

涉及检验和复核测量基准点，增设控制点和水准点、建立控制网、施工放样。测量放线定出搅拌桩桩位，插上标签，经复核无误后方可施工。

### c、施工测量的精度

按《工程测量规范》（GB50026-93）执行。

## (3)、搅拌桩施工措施

### a、桩机定位、对中

测放好搅拌桩桩位后，移动搅拌桩机到达指定桩位，然后对中。

### b、调整导向架垂直度

采用经纬仪或吊线锤双向控制导向架垂直度。按设计及规范要求，垂直度偏差差不大于 1.0%。

### c、拌制浆液

深层搅拌机调试正常后，后台拌制水泥浆液，选用水泥标号 32.R 一般硅酸

水泥拌制浆液，在压浆前将浆液放入集料斗中。水灰比和每米水泥用量根据设计要求拟定。

d、喷浆搅拌下沉

开启搅拌桩机装置，开启灰浆泵，经过管路送浆至搅拌头出浆口，出浆后，待搅拌头转速正常，方可使钻杆沿导向架边下沉边搅拌，下沉速度可经过档位调控，以满足施工规范要求，工作电流不应不不不不大于额定值。

#### e、喷浆搅拌提升

下沉到达设计深度后，开启搅拌桩机提升装置，喷浆搅拌提升，按施工规范拟定的提升速度提升，边喷浆搅拌边提升钻杆，使浆液和土体充分拌和直至桩顶以上 500mm。

#### f、反复喷浆搅拌下沉

搅拌钻头提升至桩顶以上 500mm 高后，反复喷浆搅拌下沉至设计深度，下沉速度按设计及规范要求进行。

#### g、喷浆反复搅拌提升

下沉到达设计深度后，喷浆反复搅拌提升，一直提升至地面，关闭灰浆泵。

#### h、桩机移位

施工完一根桩后，移动桩机至下一根桩位，反复以上环节进行下一根桩的施工。

### (4)、深层搅拌桩施工要点

a、为了使水泥浆具有很好的和易性和很好的加固效果，必须严格根据现场情况控制水灰比。针对含水量较多的土层，应采用较低的水灰比。

b、送浆压力：针对不同软基处理区域特点，桩上部采用较低的送浆压力，桩下部采用较高的送浆压力，淤泥层中合适增大送浆压力，要点加固淤泥层。

#### c、



严格按照设计要求下料,确保搅拌桩每米水泥用量不不不不不不大于设计值。

d、搅拌提升和下沉速度: 根据规范要求, 提升速度为 0.6~1.0m/min; 下沉速度控制在 1.0~1.3m/min 之间。

e、复搅次数: 2 次。采用“四喷四搅”工艺, 上、下各喷浆搅拌两次, 以确保水泥与土充分搅拌均匀和搅拌桩成桩质量。

f、施工过程中经常检验搅拌头直径, 确保直径 $\geq 500\text{mm}$ , 确保成桩直径不不不不不大于 500mm。

g、严格控制搅拌桩垂直度, 根据设计要求, 垂直度偏差不不不不不大于 1.0% 桩长。

#### (5)、施工主要技术措施

a、搅拌桩使用的水泥品种、标号、水泥浆的水灰比, 水泥加固土的掺入比和外加剂的品种掺量, 必须符合设计要求。

b、在施工前标定搅拌机械的灰浆泵输送量、灰浆经输浆管到达搅拌机喷口的时间和钻杆提升速度等施工参数, 并根据设计要求经过成桩试验, 拟定搅拌桩的配比和施工工艺。

c、在施工过程中要注意调整桩架底盘的平整度和导向架的垂直度, 确保搅拌桩的垂直度偏差不超出 1.0%, 桩位偏差不得不不不不不大于 50mm。

d、水泥浆不能离析, 水泥浆要严格按照设计的配合比配置, 水泥浆要过筛。为预防水泥离析, 可在灰浆机内不断搅动, 待压浆前才将水泥浆倒入料斗中。

e、深层搅拌施工过程中, 输浆应保持连续, 同步控制好反复搅拌时的下沉和提升速度, 以确保加固范围每一深度内, 得到充分搅拌。

f、施工过程中要经常检验搅拌头拌叶直径，搅拌头直径应 $\geq 500\text{mm}$ ，发觉磨损偏小时立即更换，确保成桩直径。

g、在成桩过程中，因为电压过低或其他原因造成停机，使成桩工艺中断的，为预防断桩，在搅拌机重新开启后，将深层搅拌钻头下沉到停浆点如下  $0.5\text{m}$ ，待恢复供浆后再喷浆提升。

h、送浆压力应保持在  $0.6\sim 1.0\text{Mpa}$ ，在灰浆泵上安装压力表，经过观察压力表可得知直观数据，发觉压力表不敏捷时应及时更换。

i、在施工过程中，若发觉搅拌桩垂直度超出规范要求时，视该桩为废桩，并调整导向架的垂直度，符合设计要求后重新施工。

j、搅拌机喷浆提升的速度和次数要符合施工工艺的要求，要有专人对每根桩的水泥用量、成桩过程（下沉、喷浆提升、复搅时间）进行详细统计，深度统计误差不得不不不不大于  $50\text{mm}$ ，时间统计误差不得不不不不大于  $5$  秒，施工中发觉的问题及处理情况要注明。

k、为确保搅拌桩桩头质量，地面如下  $3.0\text{m}$  范围应要点加固，反复来回喷浆搅拌。

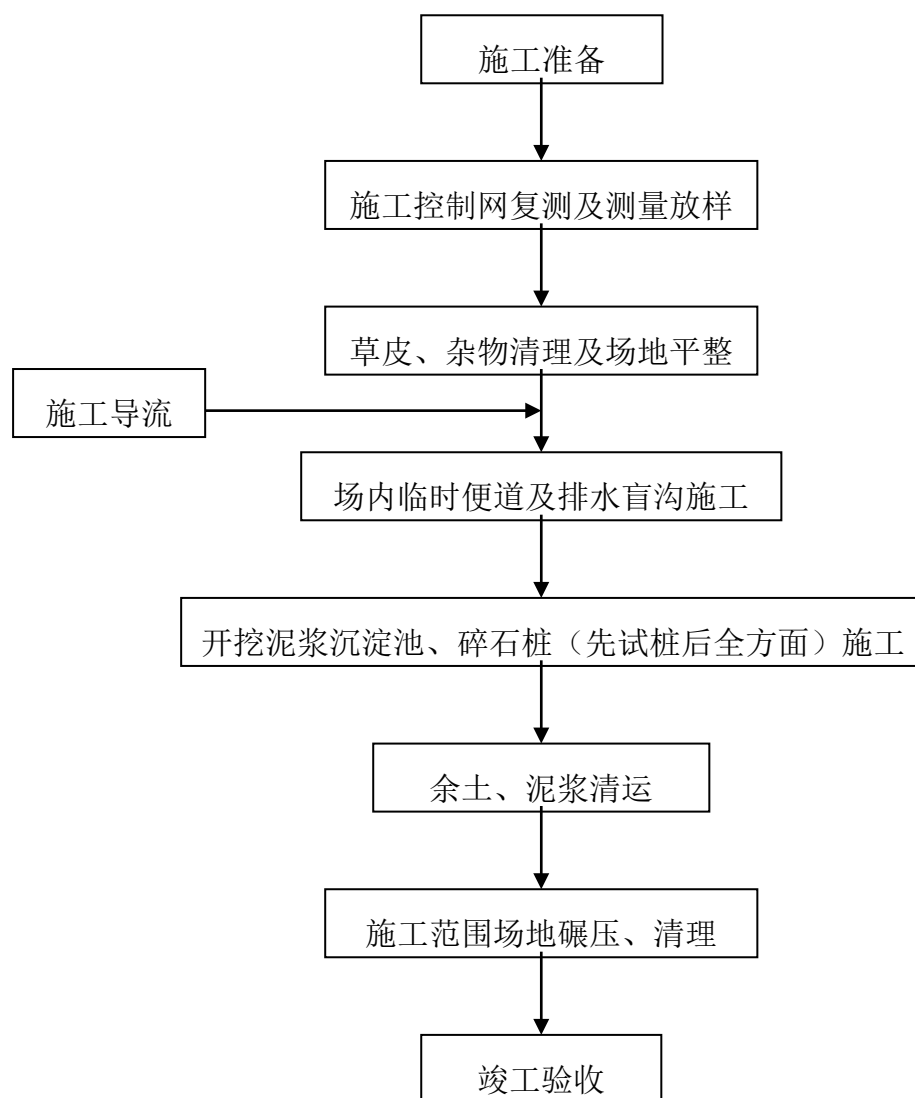
l、若在炎热天气下施工时，为确保输浆管路通畅，预防堵管，可在浆液中掺入适量的减水剂（木质素磺酸钙）。

### **5.1.5 碎石桩施工工艺**

碎石桩是利用散体材料填充到地基预成孔中，或采用振冲设备将散体材料充实到地基中去，而形成具有一定密实度的柱状体，用以提升地基的抗剪强度，从而提升承载力。同步因为上部荷载在桩间产生应力集中，降低了固结沉降。对砂土地基进行碎石桩处理，使砂基挤实到临界孔隙例如下，可预防砂土在地震或受振动时液化。

### 5.1.5.1 碎石桩施工流程

碎石桩总体施工顺序流程见下图所示：



## 碎石桩施工总体流程图

### 5.1.5.2 碎石桩施工准备

(1)、进行施工现场三通一平（通水、通电、通路和场地平整）及管线探测迁移和地表硬物挖除处理。

a、场地平整施工：振冲碎石桩施工前先进行场地平整，场地平整标高为根据地形图拟定的标高，施工时根据“宁填勿挖”的原则进行整平。挖除地表坚硬物体，使振冲器能顺利下钻。砂、石料堆放场等施工场地位置按施工总平面布置图布设在施工范围内附近。施工场地进行平整后（有需要部分进行硬地化处理）按要求进行建设，竣工后按原状恢复地貌。

b、布置场内运送道路、道路两边的排水盲沟、纵向排水沟、料场、沉淀池及清水池，准备好照明设施以便夜间施工。

c、场内便道施工：根据现场考察情况，如需铺设场内便道，则根据工程建设的需要位置开通，当路线遇到跨水沟时安放临时圆管，以确保施工现场的排水通畅。同步开通与弃土场的施工便道。

d、施工中要注意预防泥浆通道与周围水体相连，泥浆池设置时与周围河涌隔开。

e、场地清理与掘除：在现场拟定清理、掘除、拆除的范围后，按施工规范和设计要求进行清理。土及草皮等较干硬的地表主要用推土机、人工配合装载机铲除，自卸车运送弃于指定弃土区。低洼潮湿的地方主要用挖掘机清除，机械无法清除的地方则用人工挖除；填方路基用地范围内的垃圾、有机物残渣及原地面如下至少 200mm 内的草皮、树根、农作物的根系和表土予以清除，并符合振冲碎石桩桩顶标高。

(2)、测量放样及布桩。根据图纸要求的布桩原则进行布桩，并绘制测量放线图，交与监理及设计单位复核后，方可进行测量放样，每个桩位均以钢钎作标志，编制桩号。

(3)、正式施工前，每个机组和各个地质情况不同的场地进行现场成桩试验，试验的桩数不不不不不不大于 5 根，以取得满足设计要求所需的施工机具、施工工艺和技术参数，以此作为正式施工的根据。

(4)、进行施工技术交底。在施工的各项准备工作完毕后，施工前由技术责任人根据试桩成果及设计要求向全体施工人员进行技术交底。

### 5.1.5.3 碎石桩试桩施工

(1)、振冲碎石桩施工前，根据施工规范要求施工前需经过试桩的施工，统计成孔、清孔、制桩时间和深度、统计冲水量、水压、填入碎石量及电流的变化等，验证设计参数和施工控制的有关参数，选定科学合理的技术参数作为振冲碎石桩施工的控制指标。根据现场试桩的成果，需要取得如下的施工技术参数：造孔电流、造孔水压、加密电流、加密水压、留振时间、填料量和加密段长度等。施工时应亲密注意对周围构造物的影响。

(2)、试桩施工直接在振冲碎石桩施工范围内进行布置，根据振冲碎石桩施工图设计的分区要求，每区段振冲碎石桩施工前都必须进行试验桩施工。

(3)、试桩施工过程如下：

a、首先用吊机将振冲器吊起垂直对准桩位，开启水泵和振冲器，水压控制在 400~600KPa 之间，水流量为每分钟 350~400 L（喷水中心偏差 $\leq$ 50mm），将振冲器渐渐沉入土中，观察此过程电流变动范围，振冲器继续以每分钟 1.5m

左右往下沉，经过造孔电流和造孔水压的变化判断是否已进入粉细砂层。

b、提升振冲器进行“清孔”两次，造孔完毕，统计整个成孔过程所用时间。

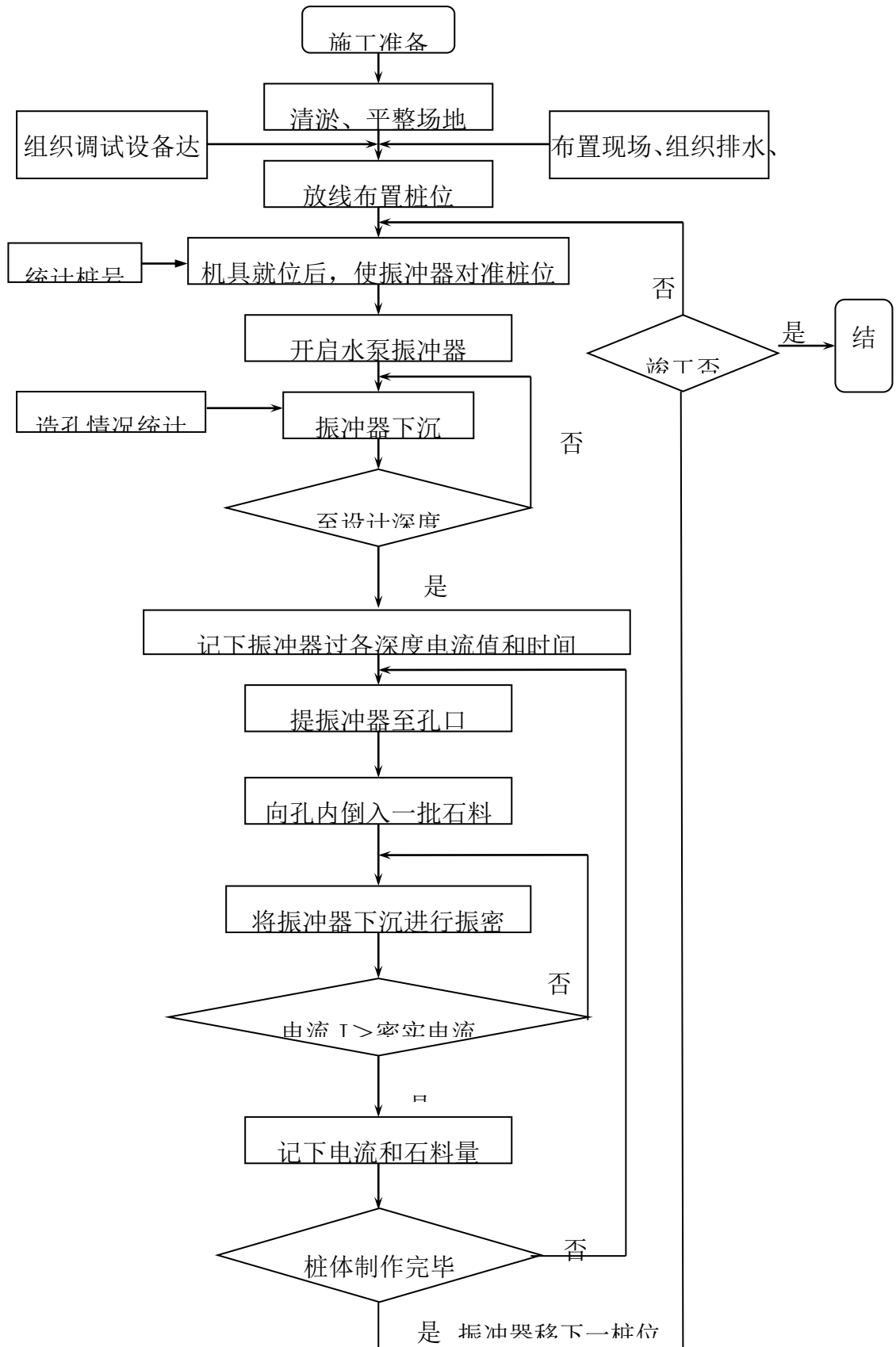
c、向孔内倒入碎石料，并将振冲器沉入孔内进行振密，假如因地质较弱，碎石料扩散较大，电流一时难以提升，继续向孔内加碎石料并振密，观察电流何时达成密实电流（初定为 50A），为确保不卡死振冲器，填料采用“间接填料法”伴随碎石料不断下沉至孔底，孔内碎石也逐渐被振实成桩，统计整个制桩过程共用时间和填料量。

d、观察几根试验振冲碎石桩的成桩过程和统计数据，该区段淤泥层厚度情况，地质分布情况，是否经常发生塌孔现象，振冲碎石桩成桩时间的长短。假如因地质较差，碎石填料扩散系数也较大，平均扩散系数较大，每米填料量相应增大，伴随制桩的增多填料量和扩散系数会相对降低，可加紧制桩进度。

将振冲置换振冲碎石桩试桩施工情况统计列成表，经分析比较取得该试桩区段施工技术参数：造孔电流、造孔水压、加密电流、加密水压、留振时间、填料量和加密段长度。根据试桩成果推断地基承载力和最终沉降量，拟定最终的施工桩长和终孔原则。

#### **5.1.5.4 碎石桩施工工艺流程**

振冲器水冲置换（湿冲法）的施工工艺流程如下图所示：



振冲碎石桩（湿冲法）施工工艺流程图



#### 5.1.5.5 振冲碎石桩施工

(1)、清淤、清理场地，平整场地至桩顶设计标高；布置桩位，根据试桩成果，拟定施工技术参数。

(2)、放线、定位：测量放线后吊车就位，渐渐吊起振冲器，使其竖直、悬空，距地面 10~20cm，并让尖端对准桩位，检验水压、电压和振冲器电流是否正常。

(3)、造孔：开启高压清水泵，注入高压水，开动振冲器，振冲器在压力冲击作用和振动作用下竖直贯入地层至设计深度。

(4)、清孔：造孔完毕后，将振冲器全部吊出后再对准孔位，保持竖直状态，贯入孔底，进行一次清孔排浆，统计清孔过程，并根据实际成孔排浆情况，拟定清孔次数。

(5)、填料、振密、制桩：清孔完毕，控制室改用加密电流，并变化水压，采用连续填料，分段振密的制桩措施。将振冲器提离孔口 1.0~1.5m，装载机向孔内倒石料，每次填料数量视土质条件而定，一般每次填料高度为 0.5~0.8m。待石料沉入孔底后，再缓慢下沉振冲器，振密孔底桩体，当振冲器工作电流达成要求的密实电流后，留振 10~20s。循环上段工序，进行下一段桩体的压密工作直至孔口，则完毕一根桩的制桩过程。

(6)、关机、停水，振冲器移位至下一桩位。

(7)、清沟排污：打桩过程中，施工现场安排人力清沟，确保排污网络通畅，预防泥浆漫淌，沉淀后的泥浆采用泥浆车出运至弃土场排放；做好场地整齐，文明施工。

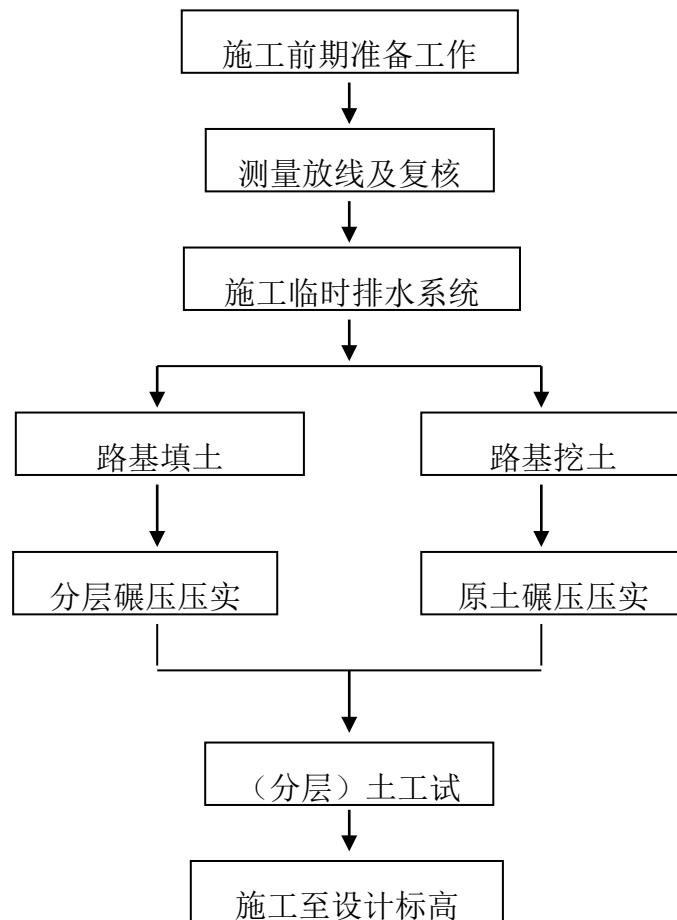
(8)、填料统计：每根桩体的充盈系数  $\beta=1.2\sim 1.5$ ，施工过程中经过振冲器上配置的振冲碎石桩施工自动监控系统统计仪，对每段桩体的成孔电流、密实电流、填料量及留振时间等进行现场施工过程的实时跟踪统计，作为设计、监理单位质量签认的主要根据。每桩施工均填写施工统计表。

(9)、铺设碎石垫层：振冲碎石桩处理完毕后，在桩顶上铺填 30cm 厚碎石垫层，全部处理范围均采用 20t 振动压路机重叠轮迹碾压至少二遍。

## 5.2 路基施工

### 5.2.1 道路路基施工工艺流程

道路路基施工工艺流程见下图所示：



道路路基施工工艺流程图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/897132031140006121>